

Oppdragsgiver
Bane NOR

Rapporttype
Støyutredning

Dato
02.06.2022

MARIENBORG – LADEMOEN, FUNKSJONELT DOBBELTSPOR

STØYNOTAT TIL REGULERINGSPLAN PÅ SKANSEN



MARIENBORG – LADEMOEN, FUNKSJONELT DOBBELTSPOR STØYNOTAT TIL REGULERINGSPLAN PÅ SKANSEN

Oppdragsnavn **Marienburg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor**
Prosjekt nr. **1350046998**
Mottaker **Bane NOR**
Dokument type **Fagnotat støy**
Versjon **1**
Dato **02.06.2022**

Revisjon nr.	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Kommentar
0	02.06.2022	JFAA	FSS	JFAA	Første utgave

SAMMENDRAG

I forbindelse med jernbaneprosjektet Marienborg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor er det gjort vurderinger av støy og vibrasjoner i et område ved Skansen stoppested i Trondheim kommune. Det er sammenlignet støynivåer før og etter kapasitetsutvidelse på jernbanen, og funnet at tre støyfølsomme bygninger får økte støynivåer og blir liggende i gul støysone fra jernbane i fremtidig situasjon. Skansenparken får større areal i gul støysone fra jernbane i fremtidig situasjon, men det er ikke avdekket behov for tiltak mot jernbanestøy i parken. Det må gjøres vibrasjonsmålinger i en senere fase av prosjektet for å avdekke behov for tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd i støyfølsom bebyggelse. Dersom målinger avdekker behov for tiltak, anbefales vibrasjonsdempende tiltak på spor der prosjektet medfører endringer.

INNHOOLD

SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING.....	5
2. MYNDIGHETSKRAV.....	6
2.1 Kommuneplanens arealdel	6
2.2 Utendørs støy - T-1442/2021	6
2.2.1 Generelt	6
2.2.2 Grenseverdier.....	7
2.2.3 Planlegging av samferdselsanlegg	7
2.3 Innendørs støy	8
2.4 Vibrasjoner	8
2.5 Strukturlyd.....	9
2.6 Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet	9
3. BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG.....	10
3.1 Beregningsmetode og inngangsparametere	10
3.2 Trafikktall jernbane	11
3.2.1 Togtyper og tog lengder.....	11
3.2.2 Referansealternativet	12
3.2.3 Fremtidig situasjon.....	12
3.2.4 Hastighet	13
3.3 Trafikktall vegtrafikk.....	14
3.4 Trafikktall trikk	15
3.5 Sumstøyvurderinger.....	15
3.6 Støy fra tunnelmunninger	15
4. RESULTATER OG DISKUSJON STØY	16
4.1 Referansealternativet	16
4.2 Fremtidig situasjon.....	17
4.3 Sumstøy	17
4.4 Fasadenivåer og behov for vurdering av lokale tiltak	18
5. VIBRASJONER OG STRUKTURLYD.....	20
5.1 Generelt	20
5.2 Grunnforhold	21
5.3 Resultater	21
6. KONKLUSJON	22
APPENDIKS A – GENERELT OM STØY OG DEFINISJONER.....	23
Miljø	23
Støy – en kort innføring	23
Definisjoner.....	24

1. INNLEDNING

Staten har gjennom Byvekstavtalen for Trondheimsområdet forpliktet seg til å utarbeide planer for kapasitetsøkende tiltak på Trønderbanen. Ambisjonen er en økning til to regiontog i timen på strekningen Melhus – Trondheim – Steinkjer innen 2027 (R2028). Denne økningen krever flere tiltak for å sikre gjennomføring av ny ruteplan og tilstrekkelig restkapasitet til å videreutvikle andre togprodukter, som godstog og fjerntog.

Tiltakene på strekningen Marienborg – Lademoen skal imøtekomme kravene til ovenfornevnte rutemodell, samt sørge for tilstrekkelig restkapasitet gjennom etablering av et funksjonelt dobbeltspor med retningsdrift. Nedenfor er nødvendige tiltak beskrevet.

På Skansen rives eksisterende sporsløyfe mellom spor 1 og 2, og det etableres gjerde mellom spor. En ny sideplattform etableres på nordsiden av jernbanetraseen med tilkomst fra Nedre Ila sykkelveg. Teknisk detaljplanrapport¹ beskriver prosjektert tverrfaglig løsning for funksjonelt dobbeltspor, mens dette fagnotatet kun beskriver prosjektert løsning for støy på Skansen.

Det er gjort støyvurderinger hvor fremtidig situasjon er sammenlignet med referansealternativet, som er videreføring av dagens kapasitet på jernbanen. Ved hjelp av støysonekart og tabell med fasadenivåer er endringen i støynivåer ved støyfølsom bebyggelse brukt til å vurdere behov for avbøtende tiltak langs spor og lokalt på eiendommer for å tilfredsstille grenseverdier i KPA og retningslinje T-1442.



Figur 1. Oversiktskart hvor planområdet plassering er markert med svart.

¹ Rambøll, «Detaljplanrapport, KTT-15-A-10007».

2. MYNDIGHETSKRAV

2.1 Kommuneplanens arealdel

Trondheim kommune har utarbeidet egne bestemmelser om støy i dokumentet «Retningslinjer og bestemmelser - Kommuneplanens arealdel 2012-2024», datert 24.04.2014. Følgende paragrafer i KPA er relevante for dette prosjektet:

«21. Støy

§ 21.1 Alle tiltak skal planlegges slik at støyforholdene innendørs og utendørs blir tilfredsstillende. Miljøverndepartementets retningslinjer for støy i arealplanlegging, T-1442/2012, skal legges til grunn for planlegging og tiltak etter plan- og bygningsloven § 20-1.

Lydnivå (Lden) i grønnstruktur skal holdes under 55 dBA og et lydnivå ned mot 50 dBA skal tilstrebes. I og i nærheten av rekreasjonsområder med lydnivå under 50 dBA, såkalte stillesoner, skal utbygging og endring av virksomhet planlegges slik at økning av støynivået i rekreasjonsområdet unngås.»

«23. Krav til bygge- og anleggsfasen

§ 23.1 Plan for beskyttelse av omgivelsene i bygge- og anleggsfasen skal godkjennes før igangsettingstillatelse gis. Planen skal redegjøre for trafikkavvikling, massetransport, driftstider, trafiksikkerhet for gående og syklende, støyforhold, rystelser og vibrasjoner, renhold og støvdemping. Nødvendige beskyttelsestiltak skal være etablert før bygge- og anleggsarbeider kan igangsettes.

For å oppnå akseptable støy- og luftkvalitetsforhold i anleggsfasen, skal støygrenser som angitt for bygge- og anleggsvirksomhet i Miljøverndepartementets Retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen, T-1442/2012, og luftkvalitetsgrenser angitt i Retningslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520, tilfredsstillende.»

Det viktigste punktet om støy i KPA er at retningslinje T-1442 skal legges til grunn for støyfaglig utredning. Siden forrige revisjon av KPA har retningslinjen blitt revidert i 2016 og deretter 2021. I dette prosjektet utredes støy iht. T-1442:2021.

2.2 Utendørs støy - T-1442/2021

2.2.1 Generelt

Utendørs støyforhold er regulert av Miljødirektoratets «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» (T-1442)². Retningslinjen har sin veileder, «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging» (M-2061)³, som gir en utfyllende beskrivelse omkring flere aktuelle problemstillinger vedrørende utendørs støykilder. T-1442 er koordinert med støyregler i forurensningsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. I tabell 2 i kapittel 2.2 i retningslinjen er det angitt anbefalte støygrenser ved planlegging eller endring av ny virksomhet eller bebyggelse.

² Klima- og miljødepartementet, «T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging,» Klima- og miljødepartementet, 2021.

³ «M-2061 Veileder om behandling av støy i arealplanlegging» Miljødirektoratet, 2021.

2.2.2 Grenseverdier

De anbefalte grenseverdiene i T-1442 angir blant annet grenseverdier for støynivåer på uteplass og utenfor vindu i rom til støyfølsomt bruk. Med støyfølsomt bruk menes f.eks. soverom og oppholdsrom. Støyvurderingene gjelder derfor ikke nødvendigvis ved mest utsatte fasade, som medfører at det vil være avhengig av hvor rom til støyfølsom bruk er plassert i bygningen. Retningslinjen angir også anbefalte grenseverdier for uteareal knyttet til oppholdsareal som er egnet for rekreasjon. Dvs. balkong, hage (hele, eller deler av), lekeplass eller annet nærområde til bygning som er avsatt til opphold og rekreasjonsformål.

Retningslinjen anbefaler at det beregnes en gul og en rød støysone rundt viktige utendørs støykilder, der nedre grenseverdi for gul sone tilsvarer grenseverdiene i tabell 2 i retningslinjen. I den røde sonen er hovedregelen at bebyggelse med støyfølsomt bruksformål skal unngås, mens den gule sonen er en vurderingssone hvor det må planlegges godt for å oppnå tilfredsstillende støyforhold.

Grenseverdiene for gul og rød støysone fra T-1442 er gjengitt i Tabell 1 nedenfor og gjelder for utendørs støynivå for boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner, skoler og barnehager.

Tabell 1: Anbefalte støygrenser ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse, angitt som gul og rød sone. Alle tall i dB, innfallende lydtryknivå.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 - 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 - 07
Jernbane	$L_{den} > 58$ dB	$L_{5AF} > 75$ dB	$L_{den} > 68$ dB	$L_{5AF} > 90$ dB
Vegtrafikk	$L_{den} > 55$ dB	$L_{5AF} > 70$ dB	$L_{den} > 65$ dB	$L_{5AF} > 85$ dB

L_{5AF} er et statistisk maksimalnivå som overskrides av 5 % av støyhendelsene. Krav til maksimalt støynivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien. Kravet gjelder utenfor soverom.

T-1442 er alene ikke juridisk bindende, og vil først bli juridisk bindende dersom det vises til T-1442 i bestemmelser til kommuneplanen eller reguleringsplan. Støysonekart (etter Tabell 1) som utarbeides av anleggseier og følger med kommuneplaner, skal vise støynivå i 4 meters høyde. Støyfaglig utredning som følger med reguleringsplaner eller i byggesaker, bør vise støynivå på 1,5 meters høyde (uteoppholdsareal) og støynivå for fasadepunkter i relevante høyder når dette er nødvendig for detaljplanleggingen.

For innendørs støy gjelder kravene i byggeteknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

2.2.3 Planlegging av samferdselsanlegg

Retningslinjen omhandler planlegging av samferdselsanlegg, der den skiller på nye samferdselsanlegg og endring og utbedring av eksisterende anlegg. Med nye samferdselsanlegg menes helt nye anlegg, samt alle tiltak på eksisterende anlegg som øker støynivået med 3 dB eller mer. Med endring og utbedring av eksisterende virksomhet menes alle tiltak, der endringen gir en økning i støynivå på 1-2 dB som følger av:

- endret geometri
- økt fartsgrense

- økt kapasitet
- økt andel tungtrafikk
- endring av støyskjermer- og støyvoller

Ved overskridelse av grenseverdiene ved nye samferdselsanlegg eller merkbar økning i støynivåer for eksisterende samferdselsanlegg, bør det som hovedregel gjøres avbøtende tiltak.

For mindre endringer av samferdselsanlegg som ikke omfattes av punktlisten over og ikke øker støynivået, er det ikke nødvendig å gjøre avbøtende tiltak. Dette gjelder også dersom området nær den eksisterende støykilden fra før ligger i en støysone.

2.3 Innendørs støy

Gjeldende krav til innendørs støynivå for nye bygninger er gitt av byggt teknisk forskrift (TEK)⁴ som henviser til grenseverdier i norsk standard NS 8175:2012⁵. Dette er også gjeldende krav når det gjelder etablering av nye samferdselsanlegg. I dette prosjektet er det aktuelt å se på kravet til maksimalt støynivå innendørs i soverom på natt (kl. 23-07), som kan knyttes opp til kravet til maksimalnivå utenfor vindu, L5AF, i Tabell 1.

NS 8175 angir ulike krav til innendørs lydnivå som følge av utendørs lydkilder for ulike bygninger med ulike bruksformål. Her er grenseverdiene i klasse C standardens minstekrav. Tabellen nedenfor er et utdrag fra NS 8175 som angir krav til innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder for boliger og helsebygninger, som er de eneste bygningstypene med krav til maksimalt støynivå på natt.

Tabell 2 Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid maksimalt lydtryknivå $L_{p,AFmax}$ på natt (kl. 23-07). Utdrag fra NS 8175:2012.

Type brukerområde	Målestørrelse	Grenseverdi klasse C
I soverom fra utendørs lydkilder (boliger)	$L_{p,AF,max}$ (dB) natt, kl. 23-07	45 dB
I senge- eller beboerrom fra utendørs lydkilder (helsebygninger)		

2.4 Vibrasjoner

Vibrasjoner i bygninger forårsaket av landbasert samferdsel (vei- og skinnegående trafikk) blir behandlet i Norsk Standard NS 8176:2017 «Vibrasjoner og støt - Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker»⁶. Denne standarden fastsetter en metode for måling av vibrasjoner, samt angir kriterier for bedømmelse av vibrasjoner i boliger.

I TEK 17 § 13-6, «Lyd og vibrasjoner» tredje ledd står det at vibrasjonsforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Videre står det her at erfaringer viser at vibrasjonsforhold i boliger ligger på

⁴ Direktoratet for byggkvalitet, «Byggt teknisk forskrift (TEK17),» Direktoratet for byggkvalitet, 2017.

⁵ Standard Norge, «NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper,» Standard Norge, 2012.

⁶ Standard Norge. NS 8176:2017 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel, vibrasjonsklasser og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker, 2017.

tilfredsstillende nivå, dersom en legger til grunn de anbefalte grenseverdiene i vibrasjonsklasse C i NS 8176:2017.

Grenseverdien i klasse C er for en statistisk maksimalverdi for veid hastighet gitt som:

- Boliger: $v_{w,95} = 0,3$ mm/s (vibrasjonsklasse C)

I tillegg er det gitt veiledende grenseverdier for noen andre typer bygninger:

- Kontorer: $v_{w,95} = 0,4-0,5$ mm/s (vibrasjonsklasse C)
- Museer, sykehus, kirker: $v_{w,95} = 0,1-0,2$ mm/s (vibrasjonsklasse C)

Disse grenseverdiene gjelder for bygging av nye samferdselsanlegg. Grenseverdi i klasse D kan aksepteres dersom kost-nytte forhold gjør det urimelig å tilfredsstille nedre grenseverdi i klasse C. I NS 8176 er det i tillegg B angitt en veiledning om valg av vibrasjonsklasser, der det listes opp forhold som må tas med i betraktning. Iht. denne veiledningen bør det bl.a. gjøres vurderinger av kost-nytte-forhold i forbindelse med tiltak.

Da dette prosjektet både omhandler eksisterende og nye jernbanespor vurderes det at kravet i klasse C kun legges til grunn som en målsetting for vibrasjoner fra nyetablerte spor.

2.5 Strukturlyd

NS 8175 (forskriftskrav i TEK17) angir krav til strukturlyd i oppholds- og soverom fra trafikk i kulverter og tunneler. Ingen av disse spesifiserer krav til strukturlyd i dagsoner, som strekningene i dette prosjektet.

NS 8175 setter derimot et krav til maksimalt og ekvivalent innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder, som gjelder generelt for alle utendørs lydkilder. Disse kravene er gitt som:

- $L_{p,AF,max} = 45$ dB. Gjelder i soverom på natt kl. 23-07 dersom det er ti eller flere hendelser som gir overskridelser av grenseverdien
- $L_{p,A,24h} = 30$ dB. Gjelder i oppholds- og soverom.

Denne grenseverdien vil da gjelde samlet for luftoverført lyd og strukturlyd i dagsoner.

Da dette prosjektet både omhandler eksisterende og nye jernbanespor vurderes det at det overnevnte kravet kun legges til grunn for strukturlyd fra nyetablerte spor.

2.6 Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet

Anbefalte grenseverdier for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet er gitt i T-1442. Aktuelle grenseverdier er gitt av kapittel 4 i retningslinjen, og det henvises til denne for mer informasjon i senere faser av prosjektet.

3. BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG

3.1 Beregningsmetode og inngangsparametere

Lydtubredelse for jernbane er beregnet i henhold til nordisk beregningsmetode for jernbanestøy⁷. Denne metoden tar hensyn til blant annet følgende forhold:

- Togmeter (antall tog multiplisert med togenes lengde)
- Fordeling over døgnet
- Stigningsgrad på strekningen
- Hastighet
- Skjermingsforhold fra terreng, bygninger, skjærmer og skjæringer i terreng
- Absorpsjons- og refleksjonsbidrag fra mark

Alle beregninger gjelder for 3 m/s medvindssituasjon fra kilde til mottaker. Øvrige refleksjonsbidrag medregnes (refleksjoner fra andre bygninger eller skjærmer). For støysonekartene er alle 1. ordens refleksjoner tatt med, mens lydnivå på bygningsfasader er beregnet som innfallende lydtryknivå.

Retningslinjene setter støygrenser som innfallende lydnivå. Med dette menes at det kun tas hensyn til direktelydnivået, og at det ikke tas med refleksjoner fra fasaden på den aktuelle bygningen som det gjøres vurderinger av.

Det er etablert en 3D digital beregningsmodell på grunnlag av tilgjengelig 3D digitalt kartverk. Beregningene og modelleringene er utført med SoundPLAN v. 8.2. De viktigste inngangsparametere for beregningene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 3 Inngangsparametere i beregningsmodell

Egenskap	Verdi
Refleksjoner, støysonekart	1. ordens (lyd som er reflektert fra kun én flate)
Refleksjoner, punktberegninger	3. ordens
Markabsorpsjon	Generelt: 1 («myk» mark, dvs. helt lydabsorberende). Vann, veier og andre harde overflater: 0 (reflekterende)
Refleksjonstap bygninger, støyskjærmer	1 dB
Beregningsoppløsning støysonekart	10 x 10 m
Søkeavstand	1000 m
Beregningshøyde, støysonekart	1,5 m
Beregningshøyde, fasadenivåer	Etasjevis og ca. 2/3 av etasjehøyder

⁷ Railway Traffic Noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:524., Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1996.

I beregningene er det benyttet korreksjonsfaktorer (ΔL_c) iht. Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy for ulike deler av strekningen:

- Konvensjonell sporveksel uten bevegelig kryss: +6 dB for en strekning på 10 m sentrert rundt plassering av sporveksel
- Bro med ballast: +3 dB
- Bro uten ballast: +6 dB

Et alternativ til konvensjonell sporveksel er sporveksler med bevegelig kryss, som ikke vil gi noen økning i støynivået slik en konvensjonell sporveksel gir. Dette vil i praksis også kunne gi mindre støyplager hos naboer, da det også vil redusere maksimalnivåer hos nærliggende bebyggelse. I denne utredningen er det beregnet med konvensjonelle sporvekslere med fast kryss.

3.2 Trafikktall jernbane

I dette prosjektet er det benyttet trafikktall for et referansealternativ og en fremtidig situasjon, som forklart i tabellene. Langs strekningen Marienborg – Trondheim S er det dobbeltspor i begge situasjoner. På strekningen Trondheim S – Lademoen er det enkeltspor i referansealternativet og dobbeltspor i fremtidig situasjon. Der det er dobbeltspor er totalt antall togmeter fordelt likt mellom hvert spor, bortsett fra i tilfeller hvor det er kjent at visse togtyper kun kjører i det ene sporet. Dette er diskutert i delkapitlene under.

3.2.1 Togtyper og toglengder

Togtrafikken på Dovrebanen mellom Marienborg og Trondheim S er for det meste elektrisk, med en liten andel dieseltog. På Nordlandsbanen mellom Trondheim S og Lademoen er jernbanen per i dag ikke elektrifisert, og all togtrafikk består av dieseltog.

De gamle type 92- lokaltogene som kjører mellom Støren-Melhus-Trondheim S og Steinkjer har nådd sin levetid, og er allerede under utskiftning til fordel for type 76. Type 76 er bimodale tog som kan kjøre på enten diesel eller elektrisitet der det er tilgjengelig.

Ettersom det er vedtatt elektrifisering av Nordlandsbanen mellom Trondheim S og Stjørdal, vil lokaltog av type 76 kunne kjøre på elektrisitet langs hele Marienborg – Lademoen i både referansealternativet og fremtidig situasjon. Region- og godstog som kjører lenger nord enn Stjørdal må gå på diesel også i fremtidig situasjon.

Etter krav fra et EU- direktiv skal alle godstog innen 2032 ha støysvake bremsesystemer som medfører lavere støyemisjon. I dette prosjektet er det besluttet å beregne støy for en «worst case»- situasjon uten støysvake godstog i både referansealternativet og fremtidig situasjon.

Tabell 4 Toglengder

Togtype	Lengde (m)
BM73	213,2 m
BM74/75	106,6 m
BM76	112,7 m
EL18	146,4 m
BM92	49,5 m
BM93	38,2 m
Gods diesel	650 m
Gods elektrisk	650 m

3.2.2 Referansealternativet

I referansealternativet er det benyttet trafikk tall basert på Bane NORs offisielle trafikk tall for år 2016. Dette gjenspeiler dagens kapasitet på den aktuelle jernbanestrekningen. 2016- tallene for lokaltog gjelder for type 92, som erstattes av type 76 som er litt mer enn dobbelt så lang. Det er antatt likt antall avganger med type 76 som tidligere med type 92, så antall togmeter er tilpasset lengden til type 76. Totalt utgjør dette en reduksjon av lydeffektnivåer fra lokaltog fordi type 76 er mer stillegående enn type 92.

Der det er dobbeltspor er togene modellert på en slik måte at trafikken er fordelt likt mellom hvert spor og togene kjører i høyre spor. Unntaket er godstog, som i referansealternativet kjører i spor 7 mellom Marienborg og Skansen og er modellert i spor 2 mellom Skansen og Trondheim S.

Tabell 5 Trafikktall Marienborg - Trondheim S på Dovrebanen

Togtype	Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM73	372	102	58
BM74/75 (tidl. BM92)	3566	1085	978
BM93	33	7	16
DI4	0	0	0
EL18	201	202	331
Ukjent (antar BM93)	18	3	7
Godstog elektrisk	1824	734	1500
Godstog diesel	36	22	55

3.2.3 Fremtidig situasjon

Trafikktall i fremtidig situasjon er basert på Bane NORs offisielle trafikk tall for år 2035 for persontog og år 2027 for godstog. Dette ivaretar økt trafikk for prosjektets utvidelse av kapasiteten i tillegg til å utgjøre en «worst case»- situasjon for godstog. Også i fremtidig situasjon er togene fordelt likt mellom hvert av to parallelle spor, med unntak av nord- og sørgående godstog som er modellert i spor 9 mellom Marienborg og Skansen og spor 2 inn mot Trondheim S.

Tabell 6 Trafikktall Marienborg - Trondheim S på Dovrebanen

Togtype	Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM73	1050	281	8
BM74/75	5795	1823	697
BM93	0	0	0
EL18	213	194	337
Gods elektrisk (2027)	2216	984	2341

3.2.4 Hastighet

Tabell 7 og Tabell 8 viser hvilke hastigheter som er benyttet for hver togtype mellom ulike stasjoner. Tallene som er benyttet er basert på Bane NORs offisielle trafikktall for år 2011, hvor det finnes gjennomsnittshastighet mellom stasjoner. Disse tallene er kontrollert mot Bane NORs banekart⁸ som viser dagens fartsgrenser på jernbanen i ulike spor og retninger. På spor hvor prosjektet medfører en endring av fartsgrenser er dette hensyntatt i beregninger av fremtidig situasjon.

Sammenligning av dagens fartsgrenser og tall på gjennomsnittshastighet fra 2011 viser at gjennomsnittshastighetene vil gi en god representasjon av hastigheten på de ulike togtypene. Fordelen med å benytte gjennomsnittshastighet er at man unngår plutselige endringer i hastighet, som dermed også kan medføre urealistiske endringer i støynivåer innenfor små områder.

Generelt er stoppende tog modellert med en lavere hastighet i en strekning på totalt 400 meter ved hver stasjon. Stoppende elektriske tog er modellert med hastighet 50 km/t og stoppende dieseltog med hastighet 60 km/t ved stasjoner, selv om fartsgrensen er høyere i de aktuelle sporene. Dersom fartsgrensen er lavere enn 50 km/t er hastigheten gjennom stasjoner lik fartsgrensen.

Hastighet i spor 9 ved Marienborg er 40 km/t i dag pga. dagens sporveksel. Denne fartsgrensa gjelder i begge retninger mellom Skansen stasjon og helt til Lerkendal stasjon for lokaltog som kjører til Stavne-Leangenbanen i referansealternativet.

Tabell 7 Hastighet benyttet i beregninger for referansealternativet

Delstrekning	Hastighet		
	Lokaltog	Regiontog	Godstog
Marienborg – Skansen (spor 9)	40 km/t	40 km/t	40 km/t
Marienborg – Skansen (spor 7)	73 km/t	73 km/t	65 km/t
Skansen – Trondheim S	30 km/t	30 km/t	30 km/t

⁸ <https://banekart.banenor.no/kart/>

Fremtidig situasjon medfører økt fartsgrense i spor 9 fra 40 km/t til 70 km/t. Tog som kjører i spor 9 er modellert med hastighet 70 km/t fra søndre sporveksel frem til nordre sporveksel i spor 9 på Marienborg. Deretter er hastigheten 60 km/t frem til Skansen og 30 km/t inn til Trondheim S. Dette gjelder tog i begge retninger i spor 9 og omfattes av all godstrafikk sør for Trondheim S. Hastighet i spor 7 endres fra 100 km/t i referansealternativet til 80 km/t i fremtidig situasjon, men siden gjennomsnittshastigheten er 73 km/t frem til Marienborg, antas dette å ikke utgjøre noen forskjell i støynivåer da godstog ikke når denne hastigheten og lokaltog stopper på Marienborg.

Tabell 8 Hastighet benyttet i beregninger for fremtidig situasjon

Delstrekning	Hastighet		
	Lokaltog	Regiontog	Godstog
Marienborg – Skansen (spor 9)	60-70 km/t	60-70 km/t	60-70 km/t
Marienborg – Skansen (spor 7)	73 km/t	73 km/t	65 km/t
Skansen – Trondheim S	30 km/t	30 km/t	30 km/t

3.3 Trafikktall vegtrafikk

Trafikktall som er lagt til grunn for beregningene av vegtrafikkstøy i denne rapporten er gjengitt i Tabell 9. Trafikktall, andel tungtrafikk og fartsbegrensninger er hentet fra Statens Vegvesen Nasjonal Vegdatabank (NVDB). Trafikkmengden (ÅDT) er fra år 2021, og har blitt fremskrevet etter landsdekkende prognoser gitt i Prosam 215⁹. Prosentvis fordeling av vegtrafikk for dag/kveld/natt er gjort i henhold til Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy¹⁰. Det er vurdert støy fra de mest trafikkerte vegene i området på Skansen.

Tabell 9 Trafikktall som er brukt i beregninger av støy fra vegtrafikk

Vegtrasé	ÅDT og % tunge 2021	ÅDT og % tunge 2035	Fartsgrense
Nordre avlastingsveg	10000 / 11%	12000 / 13%	50
Sandgata del vest	4800 / 4%	5600 / 5%	50
Kongens gate	5200 / 9%	6150 / 10%	50
Kongens gate over Nidareidtunnelen	10000 / 3%	11700 / 4%	50
Kongens gate / Ilevollen	9500 / 3%	11100 / 4%	50
Ilevollen	1000 / 7%	1200 / 8%	50
Ilevollen inn til rundkjøring ved Byåsvegen	2000 / 30%	2400 / 33%	50
Osloveien nord	1800 / 10%	2100 / 11%	40

⁹ «Trafikkutvikling i Oslo og Akershus 2008-2014»

¹⁰ Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, 1996. Håndbok 064 Statens vegvesen, 2000.

3.4 Trafikktall trikk

Trikk er vurdert som en jernbanekilde med togtype SL-79. Dette er vurdert til å være en togtype som gir sammenlignbare støynivåer som trikken. Basert på rutetabellen for trikken i Trondheim er det ca. 104 avganger per døgn i snitt, hvorav 70 er i dagperioden (kl. 7-19), 20 på kveld (kl. 19-23) og 14 på natt (kl. 23-07). Antall togmeter for trikken er så regnet ut for trikk med lengde 20 meter. Hastigheten for trikken er satt til 50 km/t i beregningsmodellen.

3.5 Sumstøyvurderinger

Boliger som må utredes for lokale tiltak som følge av økning i støynivå fra jernbanen må få lokale tiltak dimensjonert for totalstøynivå i området. De fleste boliger langs strekningen Marienborg – Lademoen som er utsatt for støy fra jernbane er også utsatt for støy fra vegtrafikk. Enkelte boliger på Skansen og Ila er også utsatt for støy fra trikk. Denne utredningen tar hensyn til støy fra alle kilder ved hver enkelt bolig, og tiltak anbefales basert på økning i jernbanetrafikk og forholdet i støynivå mellom de ulike støykildene. Boliger som vurderes for lokale støytiltak må få tiltakene dimensjonert for sumstøynivåer.

Støy fra ulike kilder har ulike egenskaper, oppleves ulikt og medfører ulik grad av sjenanse. T-1442 tar hensyn til dette ved at grenseverdiene for gul og rød støysone er ulik avhengig av støykilde. Støy fra jernbane og trikk vurderes med 3 dB mindre strenge grenseverdier enn vegtrafikkstøy.

Sumstøy vurderes i henhold til «Metode for å vurdere støyplage ved eksponering for ulike kilder» utarbeidet 6.11.2019 av SINTEF. Rapporten beskriver metode for å beregne samlet støybelastning, og bør benyttes ved beregning av støy fra flere kilder. Metoden tar hensyn til de ulike støykildenes karakter og sammenstiller støybidraget fra de ulike støykildene. For en mer omfattende forklaring av metoden vises det til veilederen til retningslinje T-1442.

3.6 Støy fra tunnelmunninger

Støy fra tunnelmunninger er ikke omfattet av Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy (NMT:1996) og nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy (RTN:1996). Det finnes flere ulike metoder for å beregne støybidraget fra tunneler på. I dette prosjektet er slike beregninger utført vha. metoden som er beskrevet i Nord2000¹¹. Denne metoden tar hensyn til tunnelens lengde, trafikkdata på jernbanen/vegen, tunnelens geometri og dens reflekterende egenskaper. Basert på dette beregnes et lydeffektnivå fra tunnel som fordeles på fire punktkilder i det vertikale arealet som tunnelmunninger utgjør. Lydutbredelsen fra disse punktene beregnes vha. beregningsmetoder for industristøy. Metoden tar hensyn til støyens direktivitet.

Tunnelmunninger er modellert med reflekterende overflater for å beregne mest støyende situasjon. Beregningene tar da hensyn til tunnelenes egenskaper, og beregner støybidrag i form av støynivå, refleksjoner og direktivitet mot omgivelsene. Resultatene vises i form av støysonekart og støynivåer på fasader, hvor bidraget fra tunnelene adderes logaritmisk med støybidraget fra resten av jernbane-/ vegsystemet.

¹¹ Jonasson, Storeheier, Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise, Version 1.0, 2001-12-21

4. RESULTATER OG DISKUSJON STØY

Resultater er vist i form av støysonekart med fasadenivåer på bygg. Støysoner er beregnet i 1,5 meters høyde, som er den beregningshøyden som brukes til å vurdere støynivå på uteoppholdsareal på bakkenivå. Støynivåer i høyere etasjer er beregnet på bygningsfasader ca. 2/3 opp på hver enkelt etasje. I støysonekartene vises det høyeste beregnede støynivået på hver fasade. Støysonekart er vedlagt notatet i helsides versjon for bedre lesbarhet.

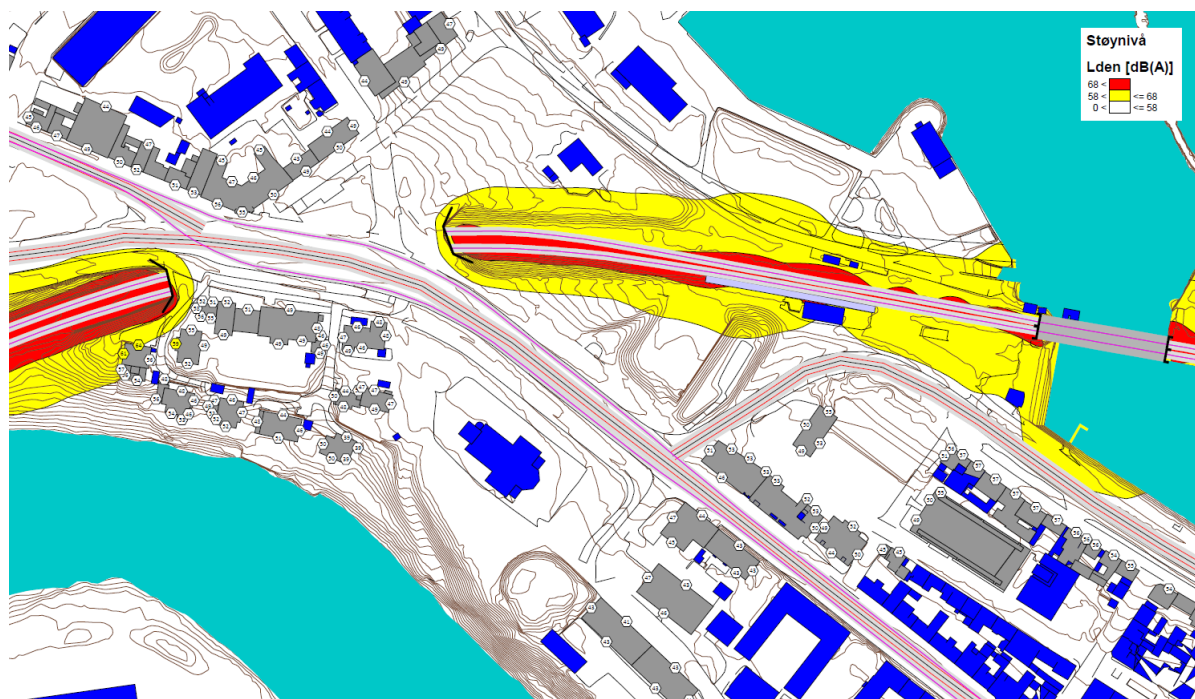
Det er laget støysonekart for hver av følgende tre beregnings situasjoner på Skansen:

- Referansealternativet
- Fremtidig situasjon
- Sumstøy

Støysoner og fasadenivåer er fargelagt i henhold til grenseverdier i T-1442. Merk at dette innebærer ulike grenseverdier for jernbane og sumstøy, ettersom grenseverdier for sumstøy tar utgangspunkt i grenseverdier for støy fra vegtrafikk. Til slutt i dette kapittelet er det vist en tabell med alle støyfølsomme bygninger, med ulike beregnede støynivåer, og om det er behov for vurdering av lokale tiltak mot støy på hver eiendom.

4.1 Referansealternativet

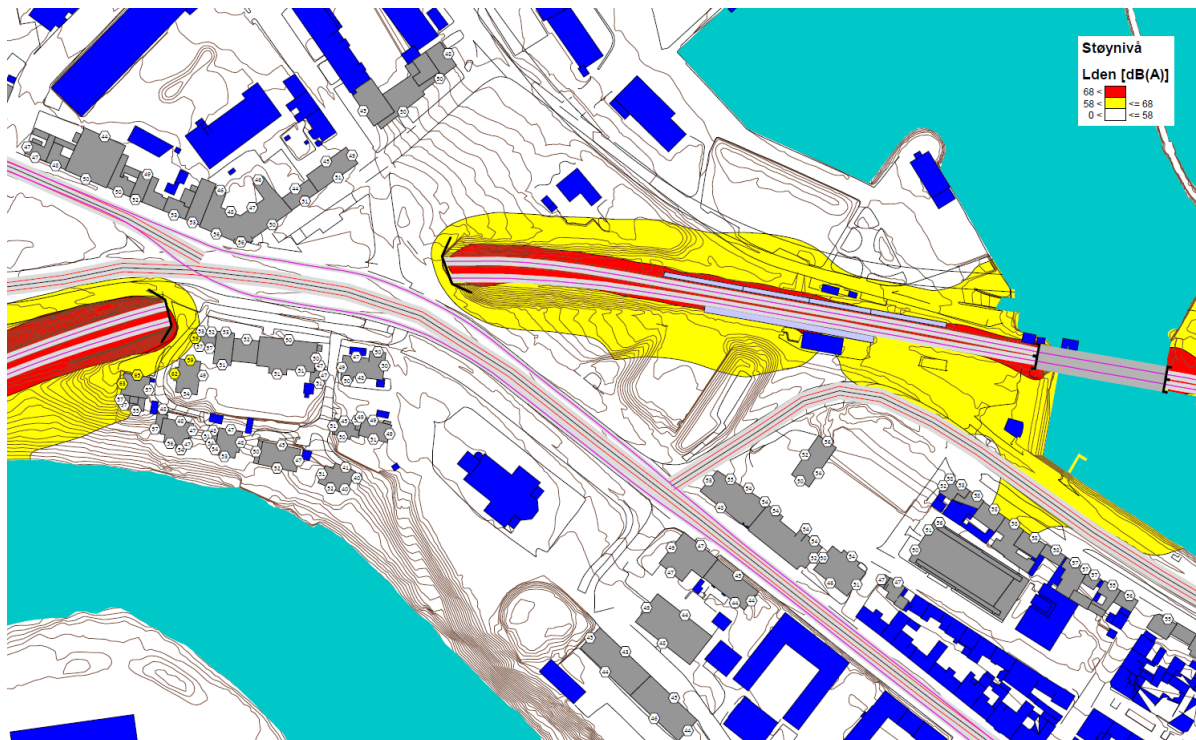
I referansealternativet på Skansen er støysoner fra jernbanetraffikk begrenset til nært spor. Dette skyldes at togene har lav hastighet i dette området, og at terrenget rundt tunnelen har en skjermende effekt. Nidareid nr. 7 og 8 er de eneste støyfølsomme bygningene som er i gul støysone fra jernbanetraffikk med dagens kapasitet på jernbanen. Skansenparken er delvis i gul støysone fra jernbanetraffikk i referansealternativet.



Figur 2 Støysonekart 1,5 meter over terreng - referansealternativet Skansen

4.2 Fremtidig situasjon

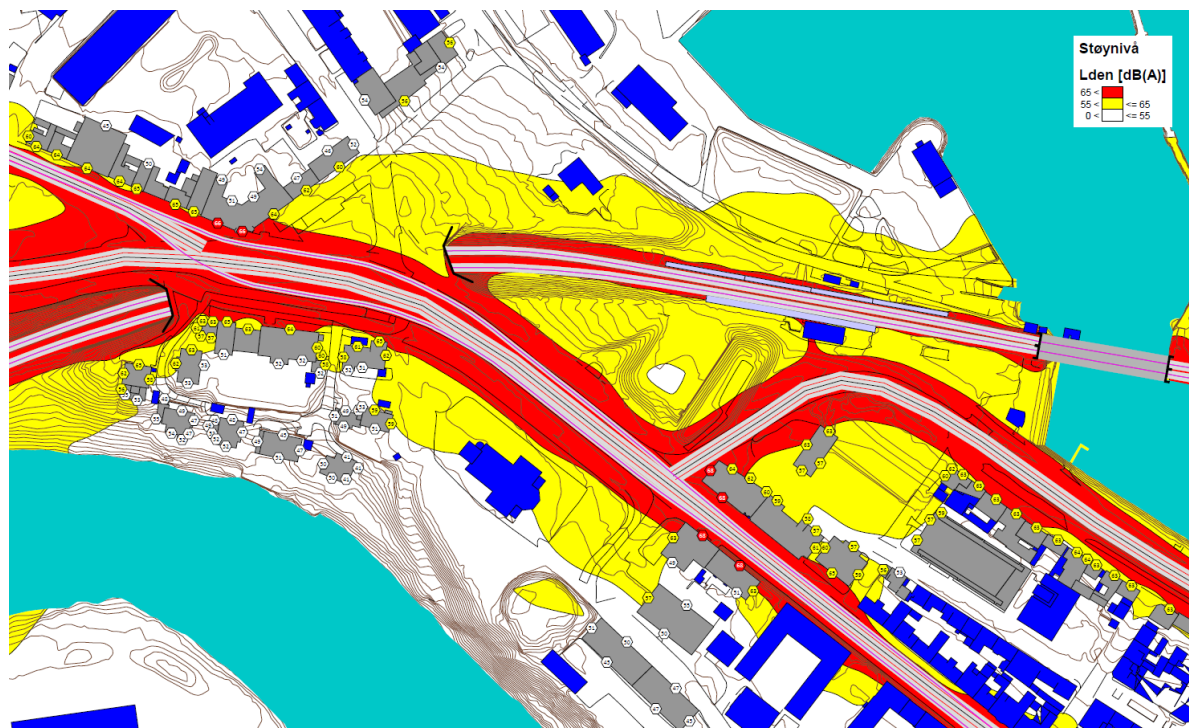
I fremtidig situasjon er det liten forskjell i støysoner i forhold til referansealternativet. Nidareid 9 får fasadenivå tilsvarende gul støysone fra jernbane. Denne er utenfor støysoner i referansealternativet. Støyfølsom bebyggelse i gul støysone får fasadenivåer som er 1-2 dB høyere enn i referansealternativet, og bør utredes for lokale tiltak i byggefasen. Skansenparken får litt mer areal i gul støysone i fremtidig situasjon, men fremdeles er mye areal utenfor støysoner. Vi vurderer resultatene som at det ikke er behov for å redusere støy fra jernbanen i Skansenparken som følge av kapasitetsutvidelsen.



Figur 3 Støysonekart 1,5 meter over terreng - fremtidig situasjon Skansen

4.3 Sumstøy

Enkelte boliger samt Skansenparken er også utsatt for støy fra vegtrafikk, i hovedsak fra Kongens Gate/Ilevollen, som sammen med trikken utgjør hovedstøykildene ved mange av boligene i området. Tiltak mot jernbanestøy på eiendommer er dermed kun nødvendig for boligene nærmest jernbanen sør for tunnelen. Sumstøysituasjonen på Skansen er vist i Figur 4. I sumstøysituasjonen er store deler av Skansenparken i gul støysone. Det viser at dersom man skulle tilfredsstille grenseverdien for støynivå i byparker i Skansenparken, er det behov for skjermingstiltak mot både vegtrafikk-/trikkestøy og jernbanestøy. Nødvendig omfang av støyskjermer anbefales ikke med hensyn på landskapet og ut fra en kost-/nyttevurdering.



Figur 4 Støysonekart 1,5 meter over terreng - sumstøy Skansen

4.4 Fasadenivåer og behov for vurdering av lokale tiltak

En oppsummering av støynivåer på fasader og behov for videre utredning av støy innendørs og på uteoppholdsarealer ved Skansen er vist i Tabell 10. Det er behov for å vurdere lokale avbøtende tiltak mot støy på tre boliger ved Skansen i neste fase av prosjekteringen. Merk at høyeste støynivå fra jernbane og sumstøy ikke nødvendigvis er ved samme fasade. Dette må hensyntas i tiltaksvurderinger. Luftlydoverførte maksimalnivåer er ikke dimensjonerende for noen boliger i området ved Skansen.

Flere boliger har høye støynivåer i sumstøysituasjonen, men har ikke krav på tiltak som følge av dette prosjektet. Eksempel på tiltak som kan være aktuelle ved de tre boligene som har krav på tiltak er lokal skjerming av uteoppholdsarealer, bytting av ventiler og vinduer, balansert ventilasjon eller utbedring av fasader. Omfanget av tiltak avhenger av hvor oppholdsrom og uteoppholdsareal er plassert, og om de aktuelle fasadene er i støysone fra jernbanen.

Tabell 10 Støynivåer på fasader ved Skansen

Gnr/ Bnr	Adresse	Lden bane ref	Lden bane Fremt.	Lden Veg Fremt.	Lden trikk	Lden Sum Fremt.	Lmax BM76 Fremt.	Lmax Gods Fremt.	Tiltak	Komm.
416/167	Nidareid 7	64	65	61	50	65	67	79	X	Tiltak mot ekvivalentnivåer fra jernbane og ev. sumstøy avhengig av fasade
416/229	Nidareid 8	59	62	62	52	63	63	77	X	Tiltak mot ekvivalentnivåer fra jernbane og ev. sumstøy avhengig av fasade
416/166	Nidareid 9	58	59	62	54	65	62	75	X	Tiltak mot ekvivalentnivåer fra jernbane og ev. sumstøy avhengig av fasade
402/264	Sandgata 65	57	58	63	36	63	61	71		
402/265	Sandgata 67	57	58	63	36	63	61	71		
402/266	Sandgata 69	57	58	63	36	63	61	71		
402/267	Sandgata 71	57	58	63	36	63	62	71		
402/268	Sandgata 73	57	58	63	36	63	61	72		
402/269	Sandgata 75	57	58	63	39	63	61	71		
402/299	Sandgata 61	56	57	63	36	63	60	70		
402/300	Sandgata 63	56	57	63	36	64	61	71		
402/3	Hospitalsløkkan 20C	55	56	58	46	59	59	70		
402/5	Hospitalsløkkan 22	55	56	63	45	63	57	70		
402/120	Batterigata 4B	55	56	63	38	63	59	69		
416/162	Nidareid 5	56	56	47	39	54	59	72		
416/165	Ilevollen 2	56	56	66	60	66	60	72		
402/71	Kongens gate 110	53	55	68	61	68	55	69		
402/122	Batteriveita 4	53	55	63	37	63	58	68		
402/297	Sandgata 57	54	55	63	36	63	58	69		
402/298	Sandgata 59	54	55	63	35	63	58	69		
416/163	Nidareid 6	54	55	46	42	53	58	71		
402/68	Kongens gate 108	53	54	61	53	61	57	68		
402/294	Sandgata 53	53	54	63	37	63	57	68		
402/356	Kongens gate 106	52	54	65	59	65	56	67		
416/113	Ilevollen 6	53	53	65	59	65	57	68		
416/114	Ilevollen 8	51	52	64	60	65	53	67		
416/116	Ilevollen 12	52	52	64	60	65	52	66		
416/2	Mellomila 1A	50	51	59	50	60	49	63		
416/160	Nidareid 3	50	51	44	37	49	53	67		
416/161	Nidareid 4	51	51	44	38	50	54	67		
416/117	Ilevollen 14	50	50	63	60	64	51	64		
416/118	Ilevollen 16	49	50	63	60	64	52	64		

Gnr/ Bnr	Adresse	Lden bane ref	Lden bane Fremt.	Lden Veg Fremt.	Lden trikk	Lden Sum Fremt.	Lmax BM76 Fremt.	Lmax Gods Fremt.	Tiltak	Komm.
416/158	Nidareid 1	49	50	65	56	65	51	64		
416/159	Nidareid 2	50	50	52	47	59	51	66		
416/208	Østre Ila 1/1B	49	50	56	47	56	50	62		
416/209	Østre Ila 2C	49	50	61	52	61	48	62		
403/231	Kongens gate 95	47	49	56	47	68	47	61		
403/232	Kongens gate 97	47	49	68	61	68	49	61		
416/119	Ilevollen 20	47	48	63	60	64	49	62		
402/16	Hospitalsløkkan 41	45	47	55	50	56	48	60		
416/120	Ilevollen 22	46	47	63	60	64	49	61		
416/121	Ilevollen 28	45	46	62	60	63	47	59		
416/121	Ilevollen 30	44	46	62	60	63	45	59		
403/248	Erling Skakkes gate 57	43	45	44	41	47	44	58		
403/248	Erling Skakkes gate 59	43	45	49	46	51	46	58		
416/121	Ilevollen 32A	43	45	62	60	63	43	57		
416/207	Østre Ila 1	44	45	54	46	54	44	57		

5. VIBRASJONER OG STRUKTURLYD

5.1 Generelt

Togtrafikk skaper rystelser som forplanter seg ned i grunnen og overføres til bygninger i nærheten av jernbanesporet. I denne sammenhengen er dette definert som vibrasjoner mennesker kan føle på kroppen, som måles etter NS 8176, i frekvensområdet 0,5 – 160 Hz. I tillegg til å gi følbare rystelser vil vibrasjonene i golv, vegger og tak også avstråle lyd. Vibrasjoner som gir lydavstråling, har ofte så høy frekvens og så små amplituder at man bare kan høre støyen, men ikke kjenne vibrasjonene. Denne typen støy kalles strukturoverført støy eller bare strukturlyd. I rom som vender mot banen, gir strukturlyden ofte lavere støynivåer enn den luftoverførte støyen som går gjennom fasaden. Men for rom som vender vekk fra banen eller støyutsatte fasader, kan strukturlyden være hørbar.

Grenseverdiene for vibrasjonshastighet $v_{w,95}$ og strukturlyd $L_{p,AFmax}$ er ikke avhengig av antall tog som passerer, men av togtyper og hastigheter (se kapittel 2.4 og 2.5). På bakgrunn av dette gjøres det bare vurderinger av tiltak for bygninger som får økte maksimalnivåer. Det påpekes imidlertid at økt togtrafikk på sporene vil gi en økning i antall maksimalnivåhendelser, selv om grenseverdiene ikke tar hensyn til dette. Grenseverdien for strukturlyd gjelder for all innendørs lyd fra utendørs støykilder, som da vil si samlet lydnivå for både struktur- og luftoverført lyd. Siden det er ulike tiltak mot strukturlyd og luftoverført lyd, er det i dette notatet gjort vurderinger og beregninger av de to lydbidragene hver for seg. Strukturlydbidraget er vurdert i dette kapittelet alene, for å avdekke hvilke bygninger som sannsynligvis vil ha behov for tiltak mot dette.

5.2 Grunnforhold

Hvordan vibrasjoner (som gir opphav til både rystelser og strukturlyd i bygninger i nærheten av banen) forplanter seg i grunnen mot nærliggende bebyggelse er avhengig av grunnforholdene og fundamenteringsmetode for både jernbane og bygninger.

Tilgjengelig informasjon om grunnforholdene ved Skansen er hentet fra prosjektets optimaliseringsrapport¹². Ved Skansen består grunnen av fyllmasser og friksjonsmasser. Tidligere undersøkelser ned til ca. 30 meters dybde har ikke funnet fast fjell. Det er ikke kjent om det er leire lenger nede i grunnen i området. Det planlegges å utføre supplerende grunnundersøkelser i senere faser av prosjektet i flere av områdene som omfattes av sporendringer.

5.3 Resultater

Det er i denne rapporten gjort overordnede vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd basert på Byggforsk datablad 520.535¹³. Det eksisterer ingen offisielle beregningsmetoder for estimering av vibrasjonshastighet og strukturlydnivåer. Spesifikke vurderinger/beregninger for dette prosjektet er basert på informasjonen om grunnforhold i området, gjengitt i avsnitt 5.2.

Det antas at både jernbane og støyfølsomme bygninger ikke er fundamentert på fjell, og at det ikke er gjennomført tiltak mot vibrasjoner på jernbanen tidligere ettersom det er mye eldre bebyggelse i området. Med grunnforhold bestående av fyllmasser og friksjonsmasser kan man da anta at vibrasjoner og strukturlyd først og fremst er et problem når avstanden mellom spor og bygg er 30-40 meter eller mindre. Dersom det er bløt leire i grunnen under de øverste massene kan avstanden bli høyere.

Nidareidtunnelen kan også medføre andre forhold for vibrasjoner og strukturlyd enn der jernbanen går i dagsone. Det er også ved tunnelen at avstanden til bebyggelse er kortest og mindre enn 30 meter. Ved Skansen etableres ingen nye spor, og det blir ingen endringer i fartsgrenser. Forskjellen mellom referansealternativet og fremtidig situasjon er små endringer på eksisterende spor og flere togpasseringer. I tillegg vil godstog i fremtidig situasjon kjøre i spor 2 mot spor 1 i referansealternativet.

Det er vanskelig å anslå hvordan disse endringene på spor vil påvirke vibrasjoner og strukturlyd. Med bakgrunn i dette og at tunnelen kompliserer de overordnede vurderingene av vibrasjoner, anbefales det å gjøre vibrasjonsmålinger fra eksisterende bane i området i senere planfaser for å få mer nøyaktige data til beregninger for å avdekke nødvendigheten av tiltak.

Dersom målinger tilsier at det er behov for tiltak mot vibrasjoner, er aktuelle tiltak å gjøre vibrasjonsdempende tiltak på jernbanen, da særlig på spor 2 hvor det gjøres endringer. Etter eventuelle tiltak vil det likevel kunne være overskridelser av grenseverdiene for både vibrasjoner og strukturlyd fra eksisterende spor. Dette vil imidlertid være eventuelle overskridelser som også inntreffer i dagens situasjon. Nytteverdien av tiltak må vurderes ut ifra kost-nytte-forhold iht. NS 8176.

¹² KTT-15-A-10004 Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen Marienborg – Lademoen funksjonelt dobbeltspor optimaliseringsrapport, utarbeidet av Rambøll 18.02.2022

¹³ Byggforsk datablad 520.535 «Vibrasjoner og strukturlyd i bygninger fra veg og jernbane»

6. KONKLUSJON

Dette notatet oppsummerer beregninger og vurderinger av utendørs støyforhold fra jernbanetraffikk i et område ved Skansen i Trondheim kommune i forbindelse med prosjektet Marienborg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor. Det er vurdert støynivåer i referansealternativet, som er videreføring av jernbanen med dagens spor og kapasitet, mot fremtidig situasjon med økt kapasitet og mindre endringer på eksisterende spor.

Resultatene viser at i området ved Skansen er det tre støyfølsomme bygninger som blir liggende i gul støysone fra jernbane i fremtidig situasjon, og som får økte støynivåer som følge av tiltaket. På grunn av terreng anbefales vurdering av lokale avbøtende tiltak mot støy ved de tre byggene og ikke tiltak langs togskinner. Tiltaket medfører også en liten økning i omfanget av gul støysone fra jernbane i Skansenparken. Av hensyn til andre forhold som utsikt og samfunnsøkonomi, og at parken allerede er påvirket av støy fra vegtrafikk, anbefales det ikke skjermingstiltak mot jernbanestøy i parken.

Det er gjort overordnede vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd i området basert på tilgjengelig informasjon om grunnforhold, sporendringer og erfaringsdata. På grunn av at det kun gjøres mindre endringer på spor, og at tunnelen kompliserer vurderingene, anbefales det å gjøre vibrasjonsmålinger i en senere fase av prosjektet for å avdekke om vibrasjoner fra eksisterende jernbane overskrider eller er i nærheten av grenseverdier ved støyfølsom bebyggelse. Dersom målinger viser at grenseverdier kan overskrides i fremtidig situasjon, anbefales det å gjøre vibrasjonsdempende tiltak på spor der det gjøres endringer.

APPENDIKS A – GENERELT OM STØY OG DEFINISJONER

Miljø

Ifølge Miljødirektoratet er helseplager grunnet støy det miljøproblemet som rammer flest personer i Norge¹⁴. Langvarig eksponering for støy kan føre til stress som igjen kan føre til fysiske lidelser som muskelsmerter og hjertesykdommer. Det er derfor viktig å ta vare på og opprettholde stille soner, særlig i friluft- og rekreasjonsområder der forventningen til støyfrie omgivelser er stor. Ved å sørge for akseptable støyforhold hos de berørte og i stille områder vil man oppnå økt trivsel og god helse hos beboerne.

Støy – en kort innføring

Lyd er en trykkbølgebevegelse gjennom luften som gjennom øret utløser hørselsinntrykk i hjernen. Støy er uønsket lyd. Lyd fra trafikk, industri, tekniske anlegg, ol. oppfattes av folk flest som støy. Lydtrykknivået måles ved hjelp av desibelskalaen, en logaritmisk skala der 0 dB tilsvarer den svakeste lyden et ungt menneske med normal, uskadet hørsel kan høre (ved frekvenser fra ca. 800 Hz til ca. 5000 Hz). Ved ca. 120 dB går smertegrensen, dvs. at lydtrykknivå høyere enn dette medfører fysisk smerte i ørene.

Menneskeøret kan normalt ikke oppfatte en endring i lydnivå på mindre enn ca. 1 dB. En endring på 3 dB tilsvarer en fordobling eller halvering av energien ved støykilden. Det vil si at en fordobling av for eksempel antall biler vil gi en økning i trafikkstøynivået på 3 dB, dersom andre faktorer er uendret. Dette oppleves likevel som en liten økning av støynivået.

For at endringen i støy subjektivt skal oppfattes som en fordobling eller halvering, må lydnivået øke eller minske med ca. 10 dB. De relative forskjellene kan subjektivt bli oppfattet som angitt i Tabell 11. Det er for øvrig viktig å understreke at lyd og støy er en høyst subjektiv opplevelse, og det finnes ingen fasit for hvordan den enkelte oppfatter lyd. Retningslinjene er lagt opp til at det også innenfor gitte grenseverdier vil være 10 % av befolkningen som er sterkt plaget av støy.

Tabell 11 Endring i lydnivå og opplevd effekt.

Endring	Forbedring
1 dB	Lite merkbar
2-3 dB	Merkbar
4-5 dB	Godt merkbar
5-6 dB	Vesentlig
8-10 dB	Oppfattes som en halvering av opplevd lydnivå

¹⁴ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/stoy/>

Definisjoner

En oversikt over definisjoner brukt i rapporten finnes i Tabell 12.

Tabell 12 Definisjoner brukt i rapporten.

A-veid, dBA	Hørselsbetinget veiing av et frekvensspektrum slik at de frekvensområdene hvor hørselen har høy følsomhet tillegges forholdsmessig høyere vekt enn de deler av frekvensspekteret hvor hørselen har lav følsomhet.
Dag-kveld-natt lydnivå, L_{den}	A-veid ekvivalent støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 5 dB og 10 dB tillegg for henholdsvis kveld og natt. Det tas dermed hensyn til varighet, lydnivå og tidspunktet på døgnet støy blir produsert, og støyende virksomhet på kveld og natt gir høyere bidrag til totalnivå enn på dagtid. L_{den} -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si gjennomsnittlig støybelastning over et år. L_{den} skal alltid beregnes som frittfeltverdier.
Frittfelt	Med lydmåling (eller beregning) i fritt felt, menes at mikrofonen er plassert slik at den ikke påvirkes av reflektert lyd fra husvegger o.l. Frittfelt finnes bare utendørs.
1. ordens refleksjoner osv.	Lyd som er reflektert fra én flate på vei fra kilden til mottakeren kalles en 1. ordens refleksjon. Lyd som er reflektert fra to flater kalles 2. ordens refleksjon osv.
T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging	Miljøverndepartementets retningslinje for eksterne støyforhold, som angir ulike støysoner for ulike typer bebyggelse og ulike støykilder. Når det gjelder innendørs støynivå henvises det videre til grenseverdier gitt i norsk standard NS 8175.
M-128	Veileder til støyretningslinjen T-1442
NS 8175 Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper	NS 8175 angir tallfestede krav til lydforhold i bygninger, med utgangspunkt i funksjonskravene i TEK. Forskriftens minstekrav til søknadspliktige tiltak anses oppfylt når kravene i lydklasse C er innfridd.
L_{5AF}	A-veid maksimalt lydnivå målt med tidskonstant «Fast» på 125 ms og som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode.
$L_{p,Aeq,T}$	Et mål på det gjennomsnittlige A-veide nivået for varierende lyd over en bestemt tidsperiode T, for eksempel 30 minutter, 8 timer, 24 timer. Krav til innendørs støynivå angis som døgnekvivalent lydnivå, altså et gjennomsnittlig lydnivå over døgnet.
$L_{p,AFmax}$	Maksimalt lydtrykknivå. Krav til maksimalt støynivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien
Fast, F, tidskonstant	En tidskonstant på 125 ms.

Slow, S, tidskonstant	En tidskonstant på 1 s.
C_{tr}, C_x	Korreksjon for ulike støytyper som benyttes ved beregning av en fasades samlede luftlydisolasjon. Det korrigeres for veg, bane og fly, hastighet, skjerming, type tog og type flyplass. Korreksjonsverdiene går fra C1 – C6. C _{tr} tilsvarer C2 og er standard veitrafikk ved 50 km/t.
Lydeffektnivå, L_w	Frekvensavhengige lydeffektnivåer fra en lydkilde. Danner grunnlaget for å vurdere og/eller sammenlikne kilder og for å beregne lydnivået i rommet. Enhet desibel (dB).
Lydtrykknivå (støynivå)	Beskriver lydstyrken (støy) i eller utenfor en bygning. Angis i NS8175 ved målestørrelsene A-veid ekvivalent lydtrykknivå (L _{pA,eq,T}), A-veid maksimalt lydtrykknivå (L _{pA,max}), C-veid maksimalt lydtrykknivå (L _{pC,max}) eller oktavbåndnivåer, og med enheten desibel (dB).
Natt lydnivå, L_{night}	A-veid ekvivalent lydtrykknivå for nattperioden på 8 timer.
Støyfølsom bebyggelse	Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon og fritidsbolig.
Gul og rød sone	Gul sone: Vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold. Rød sone: Angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
Støysone	Sone for støy angitt på kart som er definert av myndigheter, og der sonegrensene er fastsatt ved gitte nivåer for støy.
Uteareal	Område nær en aktuell bygning hvor mennesker oppholder seg, og som er avsatt for rekreasjon slik som sitteområde, lekeplass, balkong.
Utendørs lydkilde	Lydkilde som ikke er en integrert del av en bygning, som vegtrafikk, tog, fly, trikk, industri o.l., samt strukturlyd fra tunneler og kulverter med vegtrafikk og skinnegående trafikk.
ÅDT	Årsdøgntrafikk. Antall kjøretøy som passerer en gitt vegstrekning per år delt på 365 døgn.
ÅDT-T, % tungtrafikk	Andel av trafikken som består av tunge kjøretøy, lastebiler, store varebiler etc.

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Skansen referansealternativ - n

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
31.05.2022

RAMBOLL

X-10007

Situasjonsbeskrivelse:
Utsnitt fra KTT-15-X-10007 - Støysonekart 1,5 meter referansealternativ Skansen

Rapport:
C-rap-001




Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner: 1
Beregningshøyde: 1,5 m

Støynivå

Lden [dB(A)]

68 <  <= 68
58 <  <= 58
0 <  <= 58

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Mur/støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:1500

0 20 40 80 m

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Skansen fremtidig situasjon - ne

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
31.05.2022

RAMBOLL

X-10015

Situasjonsbeskrivelse:
Utsnitt fra KTT-15-X-10015 - Støysonekart 1,5 meter fremtidig situasjon Skansen

Rapport:
C-rap-001




Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner: 1
Beregningshøyde: 1,5 m

Støynivå

Lden [dB(A)]

68 <  <= 68
58 <  <= 58
0 <  <= 58

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Mur/støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann
-  Line



Målestokk (A3) 1:1500

0 20 40 80 m

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Skansen sumstøy - notat Skans

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
01.06.2022

RAMBOLL

X-10019

Situasjonsbeskrivelse:
Utsnitt fra KTT-15-X-10019 - Støysonekart 1,5 meter fremtidig situasjon sumstøy Skansen

Rapport:
C-rap-001




Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere


Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner: 1
Beregningshøyde: 1,5 m

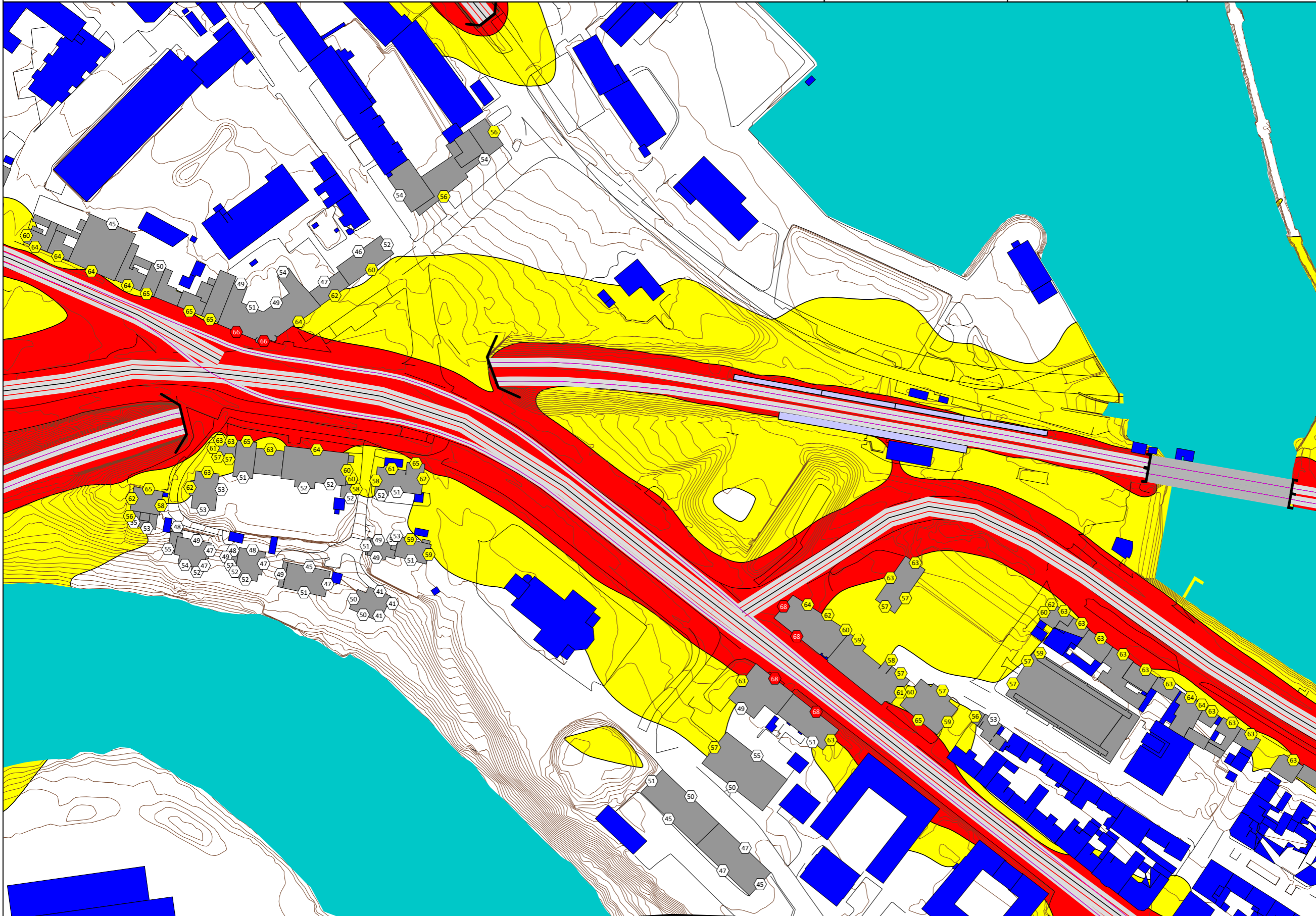
Støynivå

Lden [dB(A)]

65 <  <= 65
55 <  <= 55
0 <  <= 55

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Mur/støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:1500

0 20 40 80 m